

ガソリン燃焼チーム クラスター大学09 (モデル班)

千葉大学大学院工学研究院 森吉泰生, 窪山達也, 金子誠

過給スーパーリーンバーンにおける燃焼変動、ノック発生、熱損失の現象 解明と高効率ガソリン燃焼技術の創出

目的

各要素技術が熱効率に与える影響をシミュレーションにより見積もり技術仕様を明確化する

- 過給機効率改善 (およびエンジンのフリクション低減) によるエンジン熱効率向上への貢献目標
- 熱効率 50% 達成のための燃焼にかかわる要素技術の貢献目標

研究方法

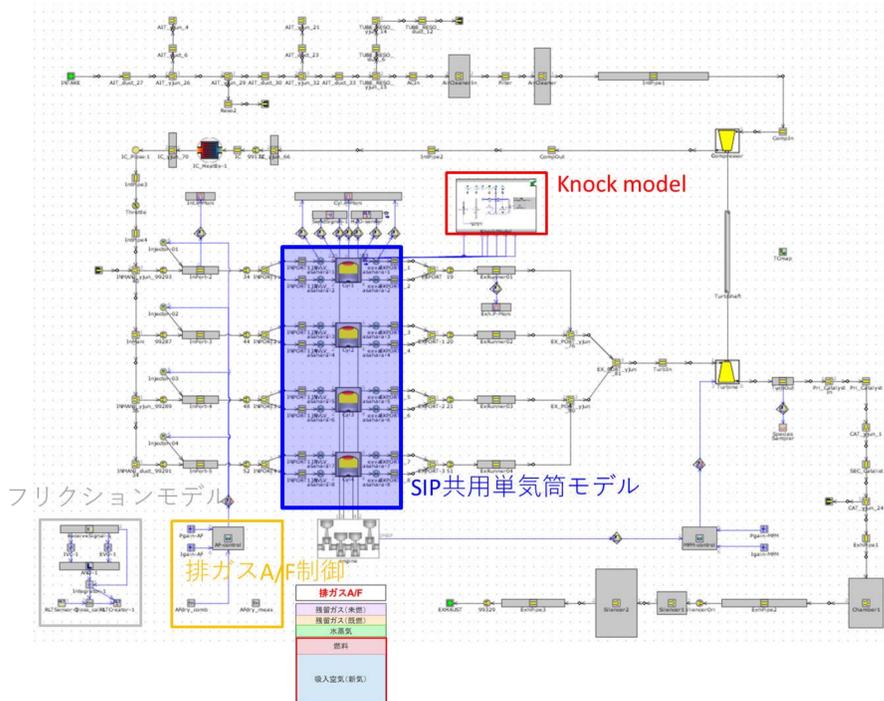
- 1Dシミュレーションモデルの構築
吸気、圧縮行程の圧力履歴および吸入空気量の予測、燃焼モデルのモデル定数の同定を行い
TPAベースの単気筒エンジンモデルの構築
- 各要素技術の検証
SIP共用単気筒モデルを量産4気筒モデルに統合したSIP4気筒モデルを構築。構築したモデルを用いて、
過給機効率改善、ロングストローク化、高圧縮比化などが熱効率に及ぼす影響を検証する。

主な成果

1D統合モデルの構築

- ▶ 熱損失予測はWoschni式
- ▶ ノック予測はLivengood-Wu積分
- 着火遅れ予測は、過給, A/F (リッチ~リーンまで)
EGRの影響が検証された総括一段反応式を利用
- ▶ タービン効率, コンプレッサ効率は動作点によらず一定
- ▶ 熱発生パターンはSIP共用単気筒実測値 ($\lambda 1.9$) を入力

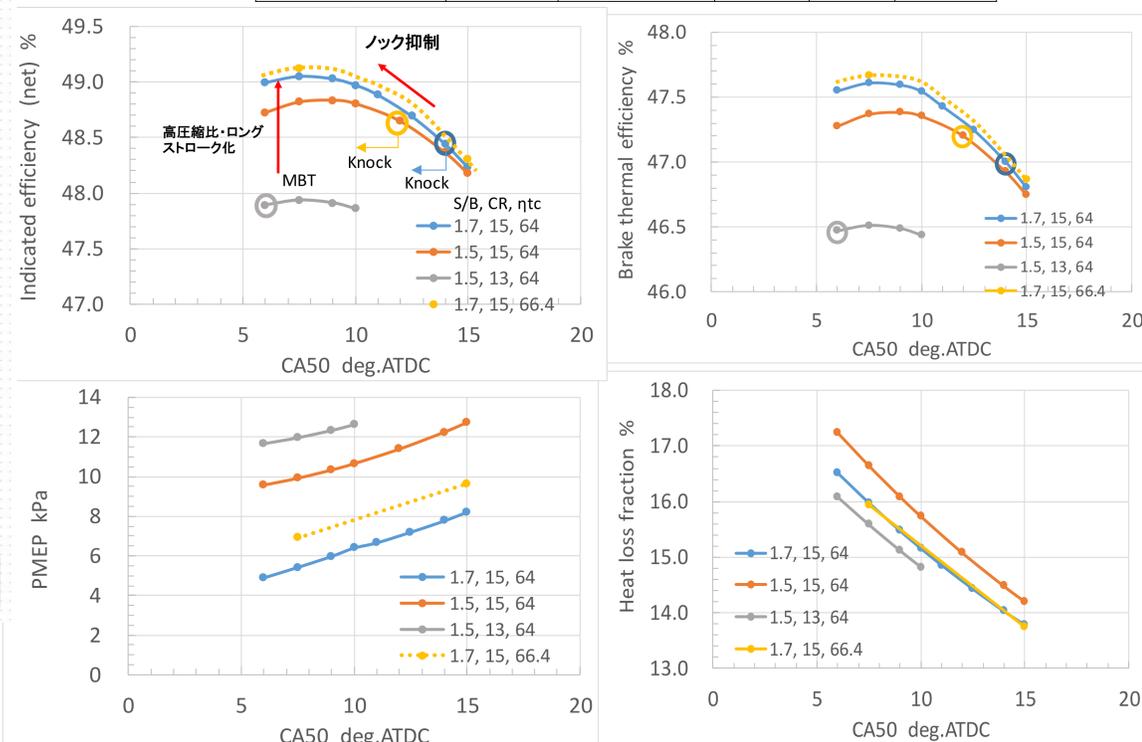
→4気筒量産モデルに統合



熱効率影響因子の効果検証

シミュレーション条件

		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engine speed	rpm	2000	←	←	←
IMEP net	kPa	1000	←	←	←
λ	--	2	←	←	←
S/B	--	1.5	←	1.7	←
(Bore)	mm	75	←	←	←
(Stroke)	mm	112.5	←	122.4	←
CR	--	13	15	←	←
CA50	deg.ATDC	Sweep (Knock limit ~ 15)	←	←	←
η_{TC}	%	64	←	←	66.4
η_T	%	80	←	←	81.5
η_C	%	80	←	←	81.5
Comb. Duration(CA10-90)	deg. CA	23.7	←	←	←



今年度の取組

- 4気筒モデルの精度向上
- 各大学提案のエンジンサブモデルの実装と従来モデルとの比較検証
- 熱効率実証

研究計画

2016	2017	2018
<p>強タンブル場でのサイクル変動の要因解析</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1Dベースモデルの構築 • 提案サブモデルの検証 	<p>要素技術を組み込んだ単気筒・4気筒エンジンモデルの構築</p>	<p>• 提案コンセプトの総合評価</p> <p>• 最適化計算による熱効率改善システムの提案</p>

ガソリン燃焼チーム クラスター大学09 (火炎伝播促進班)

千葉大学大学院 森吉 泰生, 窪山 達也, 金子 誠

過給スーパーリーンバーンにおける燃焼変動、ノック発生、熱損失の現象 説明と高効率ガソリン燃焼技術の創出

目的

実機試験によるスーパーリーンバーン条件下において、
サイクル変動の要因解析 → 高効率燃焼技術の構築

研究方法

□ 供試エンジン

量産4気筒ガソリンエンジンにおいて、
高タンブル化・点火強化を実施

□ 解析方法

サイクル毎に各圧力(筒内圧力, 吸排気圧力)および
排ガス成分データを取得し、サイクル毎の燃焼解析を実施

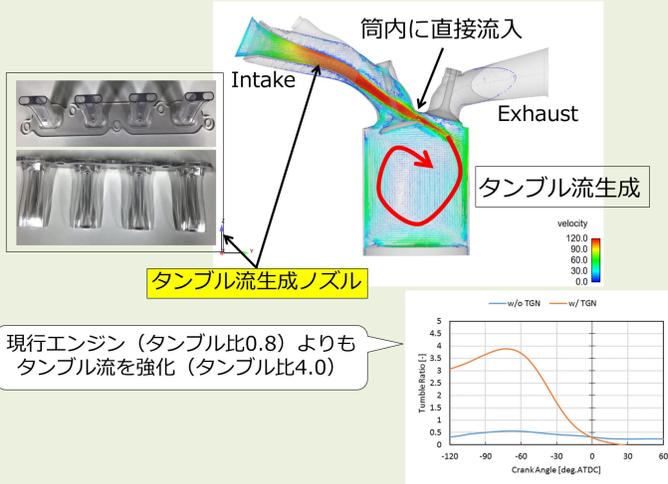
Engine specifications

Engine type	4-stroke DOHC gasoline engine
Number of cylinders	4
Bore × Stroke	Φ80.5[mm] × 88.3[mm]
Displacement	1,797[cm ³]
Compression ratio	13.0
Injection type	Port Fuel Injection

主な成果 (サイクル変動解析)

□ 高タンブル化

希薄化に伴い燃焼安定性が低下 → 筒内の乱れを強化することで燃焼安定性を向上



□ 実験条件

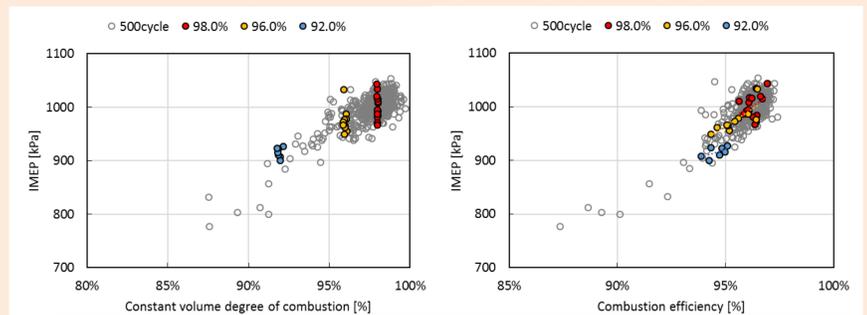
高タンブル, 点火強化条件で、

Engine speed	IMEP (#4)	Fuel flow rate (#4)	Excess air ratio (#4)	Fuel
2000[rpm]	800 @λ=1.0 Knock limit point	Const. @IMEP 800[kPa]	1.0~Lean limit	High-octane gasoline (RON 100)

□ サイクル変動解析

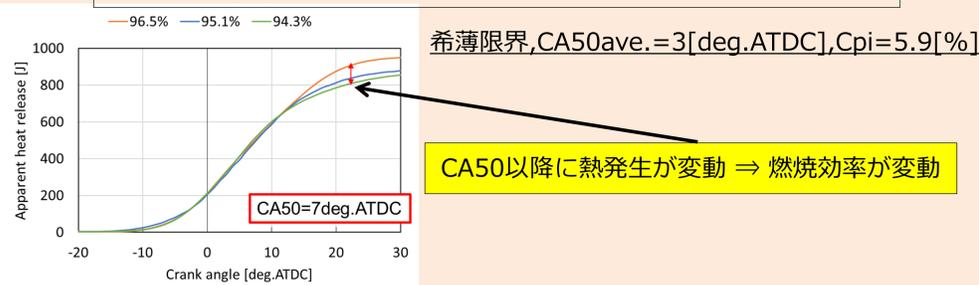
同じ等容度における燃焼効率の変動解析

希薄限界, CA50ave.=3[deg.ATDC], Cpi=5.9[%]



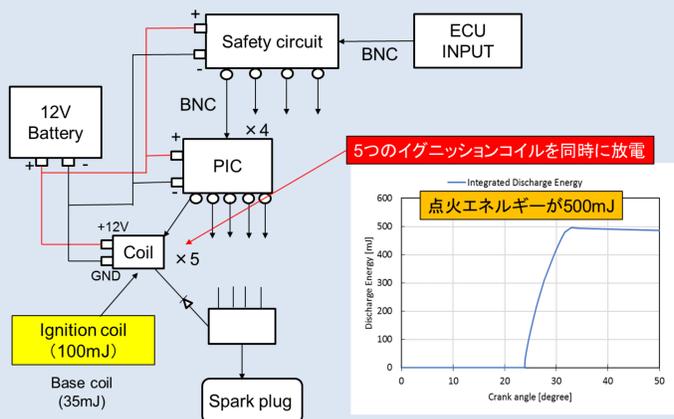
等容度が等しい場合でもIMEPが変動 ⇒ 燃焼効率が変動しているため

等容度が96[%]のサイクルにおいて燃焼効率に差があるサイクルを抽出



□ 点火強化

流動の強化による初期火炎核の吹き消えを防ぐために点火エネルギーを強化



今年度の取組

- ✓ インジェクターの噴口を塞ぎ、高タンブル成層燃焼試験を実施
- ✓ 高圧縮比用ピストンに変更し、更なる高効率燃焼技術の構築

研究計画

2014	2015	2016	2017	2018
	弱流動場でのサイクル変動の要因解析	高タンブル場でのサイクル変動の要因解析	高タンブル成層燃焼におけるサイクル変動の要因解析	高タンブル成層燃焼におけるサイクル変動の要因解析
	提案 説明・対策方法の要因解析	提案 説明・対策方法の要因解析	提案 説明・対策方法の要因解析	提案 説明・対策方法の要因解析
			噴射の提案	噴射の提案
			高タンブル成層燃焼におけるサイクル変動の要因解析	高タンブル成層燃焼におけるサイクル変動の要因解析
			提案コンセプトの総合評価	提案コンセプトの総合評価
				スーパーリーンバーンにおける高効率燃焼技術の構築